

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-068840

(43)Date of publication of application : 16.03.2001

(51)Int.Cl.

H05K 3/34
B23K 1/00
B23K 3/06
B25J 15/06
H01L 21/60

(21)Application number : 2000-173195

(71)Applicant : ASURITO FA KK

(22)Date of filing : 09.06.2000

(72)Inventor : TAKEUCHI MASAO
FUJIMORI YOSHIHARU
TOMITA TADAHARU

(30)Priority

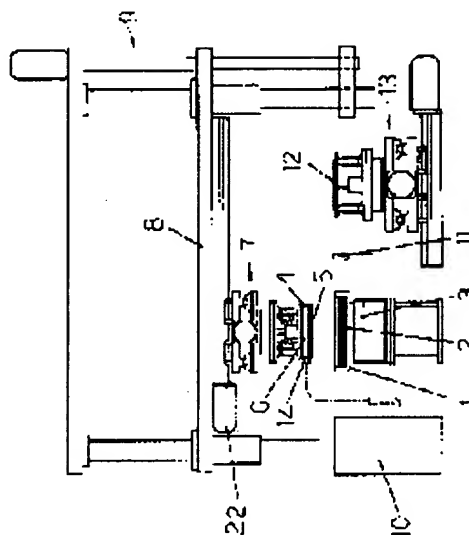
Priority number : 11178578 Priority date : 24.06.1999 Priority country : JP

(54) DEVICE AND METHOD FOR MOUNTING BALL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily control the position of a head with high precision by preventing the head from vibrating when moving.

SOLUTION: This ball mounting device mounts balls 2 sucked by the head 4 on a workpiece 12. The device has a positioning means 13 for the workpiece 12, a ball supply means 1 which supplies balls 2, the head 4 which sucks the balls 2, an energizing force generating means for energizing the head 4 upward, a clamp means for clamping the head 4 in the state where the energizing force is accumulated by the energizing force generating means, and moving means 7, 9, and 22 which move the head 4. A spring is used as the energizing force generating means and preferably has an energizing force for lifting the head 4 from lower positioning constituting part of the clamp means. Further, the clamp means is composed preferably of a cylinder and the lower positioning.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-68840

(P2001-68840A)

(43) 公開日 平成13年3月16日 (2001.3.16)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テームコード* (参考)
H 0 5 K 3/34	5 0 5	H 0 5 K 3/34	5 0 5 A
B 2 3 K 1/00	3 3 0	B 2 3 K 1/00	3 3 0 E
3/06		3/06	H
B 2 5 J 15/06		B 2 5 J 15/06	K
H 0 1 L 21/60		H 0 1 L 21/92	6 0 4 H
審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 13 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-173195(P2000-173195)

(22) 出願日 平成12年6月9日(2000.6.9)

(31) 優先権主張番号 特願平11-178578

(32) 優先日 平成11年6月24日(1999.6.24)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 592141488

アスリートエフエー株式会社

長野県諏訪市大字四賀2970番地1

(72) 発明者 竹内 政雄

長野県諏訪市大字四賀2970番地1 アスリ

ートエフエー株式会社内

(72) 発明者 藤森 義晴

長野県諏訪市大字四賀2970番地1 アスリ

ートエフエー株式会社内

(72) 発明者 富田 忠治

長野県諏訪市大字四賀2970番地1 アスリ

ートエフエー株式会社内

(74) 代理人 10008/859

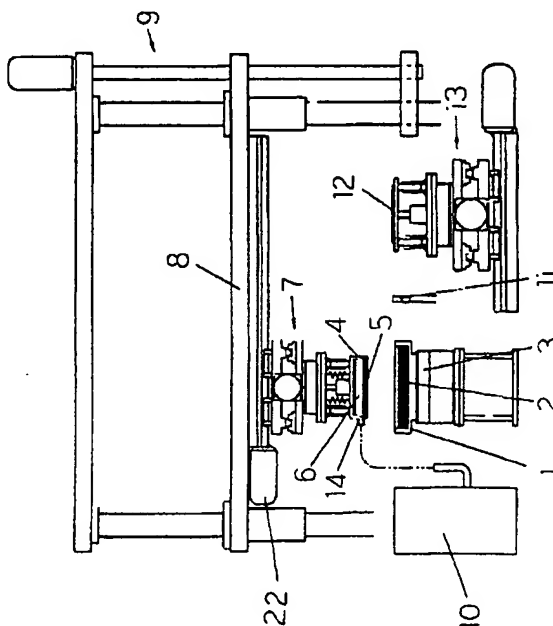
弁理士 渡辺 秀治 (外1名)

(54) 【発明の名称】 ボール搭載装置及びボール搭載方法

(57) 【要約】

【課題】 ヘッドが移動する時、ヘッドに発生する振動を防止すること及びヘッドの高精度な位置制御を容易にすること。

【解決手段】 このボール搭載装置は、ヘッド4に吸着された複数のボール2をワークピース12に搭載するものである。そして、ワークピース12の位置決め手段13と、ボール2を供給するボール供給手段1と、ボール2を吸着するヘッド4と、ヘッド4を上方に付勢する付勢力発生手段と、この付勢力発生手段が付勢力を蓄えた状態でヘッド4をクランプするクランプ手段と、ヘッド4を移動する移動手段7、9、22とを有している。なお、付勢力発生手段をバネとし、そのバネは、ヘッド4をクランプ手段の一部を構成する下方位置決めより上方向に持ち上げる付勢力を有するようにするのが好ましい。また、クランプ手段は、シリンダと下方位置決めとで構成するのが好ましい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ヘッド(4)に吸着された複数個のボール(2)をワークピース(12)に搭載するボール搭載装置において、前記ワークピース(12)の位置決め手段と、前記ボール(2)を供給するボール供給手段と、前記ボール(2)を吸着する前記ヘッド(4)と、前記ヘッド(4)を上方に付勢する付勢力発生手段(16)と、この付勢力発生手段が付勢力を蓄えた状態で前記ヘッド(4)をクランプするクランプ手段と、前記ヘッド(4)を移動する移動手段と、を有することを特徴とするボール搭載装置。

【請求項2】 前記付勢力発生手段(16)をバネとし、そのバネは、前記ヘッド(4)を前記クランプ手段の一部を構成する下方位置決め(18)より上方方向に持ち上げる付勢力を有することを特徴とする請求項1記載のボール搭載装置。

【請求項3】 前記クランプ手段は、シリンダ(15)と下方位置決め(18)からなることを特徴とする請求項1記載のボール搭載装置。

【請求項4】 前記ワークピース(12)を載置台(23)に固定する吸着パッドがベローズ型の吸着パッドであることを特徴とする請求項1記載のボール搭載装置。

【請求項5】 ヘッド(4)に吸着された複数個のボール(2)をワークピース(12)に搭載させるボール搭載方法において、クランプされた前記ヘッド(4)をボール供給部(1)上に移動させる工程と、前記ヘッド(4)に前記ボール(2)を吸着させる工程と、前記ヘッド(4)を前記ワークピース(12)上へ移動させる工程と、前記ヘッド(4)をクランプしている力を緩める工程と、前記ヘッド(4)に吸着された前記ボール(2)を前記ワークピース(12)に搭載させる工程と、前記ヘッド(4)をクランプする工程と、前記ヘッド(4)を前記ボール供給部(1)の上方へ移動させる工程とを有し、各工程を順次行うことを特徴とするボール搭載方法。

【請求項6】 前記ヘッド(4)をクランプする工程において、前記ヘッド(4)をクランプしている力が2〜30Kgfであることを特徴とする請求項5記載のボール搭載方法。

【請求項7】 前記ヘッド(4)に前記ボール(2)を吸着させる工程において、面積比でボール(2)の量が容器の底面積の5〜80%であることを特徴とする請求項5記載のボール搭載方法。

【請求項8】 前記ヘッド(4)に前記ボール(2)を吸着させる工程において、前記ボール(2)の吸着中に、前記ボール(2)の吸着を一時中断し、凝集した前記ボール(2)を分散させた後、前記ボール(2)を再度吸着することを特徴とする請求項5記載のボール搭載方法。

【請求項9】 前記ボール(2)を吸着した前記ヘッド

(4)の重量を実質的にゼロにカウンタバランスさせ、フラックス(27)の層の下面まで前記ボール(2)の先端を降下させて、前記ボール(2)に前記フラックス(27)を塗布する工程を有することを特徴とする請求項5記載のボール搭載方法。

【請求項10】 前記ヘッド(4)に吸着された導電性ボールである前記ボール(2)に導電性接着剤を塗布する工程を有することを特徴とする請求項5記載のボール搭載方法。

【請求項11】 前記ヘッド(4)に吸着された前記ボール(2)を前記ワークピース(12)に搭載する工程において、前記ヘッド(4)をクランプのための部材の一部となる下方位置決め(18)にシリングの押圧力によってクランプしている力が1Kgf以下であることを特徴とする請求項5記載のボール搭載方法。

【請求項12】 前記ボール(2)が前記ワークピース(12)に搭載された後、ハンマーで前記ヘッド(4)を叩き、ヘッド(4)に残留する前記ボール(2)を落下させる工程を有することを特徴とする請求項5記載のボール搭載方法。

【請求項13】 ヘッド(4)に吸着された複数個のボール(2)をワークピース(12)に搭載させるボール搭載方法において、前記ヘッド(4)をクランプしているシリンダ(15)の圧力を必要に応じて緩めて、前記ヘッド(4)の重量を付勢力発生手段(16)の付勢力とカウンタバランスさせて実質的にゼロとすることを特徴とするボール搭載方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ICを基板に実装する際、あるいはICを実装した基板を他の大きな基板に実装する際等に使用するボールを、ヘッドと呼ばれるボール移送体に吸着してワークピースに搭載するボール搭載装置及びボール搭載方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来のボール搭載装置及びボール搭載方法においては、半導体集積回路や回路基板等のワークピースにボールを搭載する時に、ヘッドがボールに過負荷を与えないように、ヘッドの重量をカウンタバランスする機構が用いられている(USP5,768,775号公報、特開平9-18129号公報参照)。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、USP5,768,775号公報で開示された装置と方法は、ヘッドの自重をバネの力で相殺しているが、ヘッドが中高速で移動する時に、ヘッドがクランプされていないので、ヘッドが振動する欠点を有している。

【0004】また、特開平9-18129号公報で開示された装置と方法は、ヘッドの重量を、バネでなく、シリンダの吊り上げ力でカウンタバランスさせているの

で、ヘッドの重量をカウンタバランスする時、ヘッドの位置を一定にすることが難しい第1の欠点と、ヘッドをクランプする力がヘッドの自重のみによるので、ヘッドが移動する時のクランプ力が弱い第2の欠点とを有している。

【0005】特開平9-18129号公報に開示された技術に関する第1の欠点は以下の通りである。シリンダの吊り上げ力が、ヘッド及びヘッドと一緒に移動する要素の重量の合計（以下ヘッドの重量という）より少しでも大きい場合、ヘッドは、シリンダの上方の移動限界まで移動して停止する。逆に、シリンダの吊り上げ力がヘッドの重量より少しでも小さい場合、ヘッドは、シリンダの下方の移動限界まで移動して停止する。

【0006】シリンダの吊り上げ力とヘッドの重量が等しくなった場合だけ、ヘッドの重量はカウンタバランスされた状態で、ヘッドは停止する。しかし、シリンダの出力を調整してヘッドの重量をカウンタバランスさせた場合でも、ヘッドが動いていれば、ヘッドがシリンダの摩擦により減速して停止するまで、ある距離移動する。すなわち、ヘッドの停止位置は、一義的に定まらない。このように、シリンダをヘッドのバランスとして用いる装置は、原理的に大きな欠点を有している。

【0007】第2の欠点は以下の通りである。ヘッドは、その自重で固定されているだけなので、ヘッドを上昇させた後急停止した時、又は降下させた後急停止した時、ヘッドは重くても軽くても上下に振動する。その振動は、シリンダの摩擦により減衰するまで停止しない。振動を防止できる条件は、ヘッドを準静的に移動する場合だけで実用的でない。このように、ヘッドを自重だけでクランプする装置は、実用に当たっては大きな欠点を有している。

【0008】本発明は、ヘッドの重量をカウンタバランスするカウンタバランス型のボール搭載装置とその方法において、ヘッドの移動時に発生する振動を防止し且つヘッドの高精度な位置制御を容易にする装置とその方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明のボール搭載装置にあっては、ワークピースの位置決め手段と、ボールを供給するボール供給手段と、ボールを吸着するヘッドと、ヘッドを上方に付勢する付勢力発生手段と、ヘッドをクランプするクランプ手段と、ヘッドを移動する移動手段とを有することを特徴とする。

【0010】また、付勢力発生手段をバネとして、このバネは、ヘッドをクランプ手段の一部を構成する下方位置決めより上方向に持ち上げる付勢力を有するものとする。また、クランプ手段は、シリンダと下方位置決めからなるようにするとよい。また、ワークピースを載置台に固定する吸着パッドは、ベローズ型の吸着パ

ッドがよい。

【0011】さらに、本発明のボール搭載方法にあっては、ヘッドをクランプしているシリンダの圧力を必要に応じて緩めてヘッドの重量を付勢力発生手段の付勢力とカウンタバランスさせて実質的にゼロとすることを特徴としている。

【0012】具体的には、クランプされたヘッドをボール供給部へ向かって移動させる工程と、ボール供給部からヘッドにボールを吸着させる工程と、ヘッドをワークピースの上方へ移動させる工程と、ヘッドをクランプしている力を緩めることでヘッドの重量を実質的にゼロにカウンタバランスする工程と、ヘッドに吸着されたボールをワークピース12に搭載させる工程と、ヘッドをクランプする工程と、ヘッドをボール供給部の上方へ移動させる工程とを有し、各工程を順次行うことを特徴とする。

【0013】また、ヘッドをクランプする工程において、ヘッドをクランプしている力を2〜30Kgfにするとよい。

【0014】また、ヘッドにボールを吸着させる工程において、面積比でボールの量を容器の底面面積の5〜80%にするとよい。

【0015】また、ヘッドにボールを吸着させる工程において、ボールの吸着を一時中断し凝集したボールを分散させた後、再度ボールを吸着するとよい。

【0016】また、ボールを吸着したヘッドの重量を実質的にゼロにカウンタバランスさせ、フラックスの層の下面までボールの先端を降下させて、ボールにフラックスを塗布する工程を有するとよい。

【0017】さらに、ヘッドに導電性ボールであるボールを吸着後、導電性接着剤をボールに塗布する工程を有するとよい。

【0018】また、ヘッドに吸着されたボールをワークピースに搭載する工程において、ヘッド4を下方位置決めシリンダの押圧力によってクランプしている力を1Kgf以下にするとよい。

【0019】また、ボールがワークピースに搭載された後、ハンマーでヘッドを叩き、ヘッドに残留するボールを落下させる工程を有するとよい。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を実施例に基づき図面を参照して説明する。

【0021】図1は、発明の実施の形態であるボール搭載装置の正面図である。1はボール供給部、2はボール、3はボールに振動を与えるバイブレータ、4はヘッド、5はボール2を真空吸着する吸着孔25（図4参照）が複数個形成されているヘッド下面、6はヘッド4のキャビティ、7はヘッド4の位置決めをするヘッド用XYZθテーブル、8はヘッド用XYZθテーブル7が移動するベース、9はベース8をZ方向に大きく移動す

るZ方向駆動装置、10はヘッド4のキャビティ6とワークピース12の載置台23（図3参照）を減圧する真空ポンプ、11は吸着ミス検出用のライン状の光源、12はボール2を搭載するワークピース、13はワークピース用XYZ θ テーブル、14はケース、22はヘッド用XYZ θ テーブル7をX方向に移動するX方向駆動装置である。

【0022】キャビティ6には、ボール2の吸着ミスを検出する光センサー、音センサー、圧力センサー又は気体の流量センサーのいずれか1つ又は複数が配設されている。光センサーは、ヘッド4が光源11上を通過する時吸着していない吸着孔25からの入射光を検出し、吸着ミスを検出する。この実施の形態では光センサーが採用されている。

【0023】音センサーは、吸着孔25から空気が吸引される時に発生する音を検出し、前記の音の発生が無くなった時点で全ての吸着孔25にボール2が吸着されたと判断する。圧力センサーは、全ての吸着孔25にボール2が吸着されるとキャビティ6が急激に減圧されるので、真空度或いは真空度を時間で微分した値でボール2の吸着状態を判断する。気体の流量センサは、真空ポンプ10と接続するキャビティ6の端部付近に設けられ、真空ポンプ10によって吸引される気体の流量を計測しボール2の吸着の状態を判断する。

【0024】ボール供給部1は、ボール給材装置（図示省略）から供給されたボール2を受け入れる容器でもある。ボール給材装置は、ボール供給部1内のボール2が少なくなると所定量のボール2を自動的に供給する機能を持ったパーツフィダーである。ボール供給手段は、ボール供給部1と、バイブレータ3と、ボール給材装置とからなる。

【0025】図2は、ボール2の充填状態の代表的な例を示す。ボール2がボール供給部1内に数層に積層されている図2（A）の場合、ボール2はバイブレータ3によって振動はするが、ボール2は互いに干渉し合うため、揺動するだけで、上方に大きく跳躍することはない。跳躍量が少ないと、ボール2の大きな跳躍を前提としたこの実施の形態の機構では、ヘッド4へのボール2の吸着速度が遅くなる。なお、ヘッド4へのボール2の吸着速度を大きくしたい場合は、ボール2がヘッド下面5で押圧される危険性が高くなるが、ヘッド下面5を振動しているボール群の中に入れるようにすると良い。

【0026】一方、ボール供給部1内のボール2が一層でまばらに散在している図2（B）の場合、ボール2はバイブレータ3によって上方に跳躍する。ボール2をバイブレータ3によって上方に大きく跳躍させるためには、ボール供給部1内のボール2の量を容器となるボール供給部1の底面に一層でまばらに散在する範囲に調節することが好ましい。ボール2が一層の場合でも、ボール2が多すぎると、互いに干渉し合うため、ボール2は

上方に大きく跳躍しなくなる。一方、ボール2が少ないと、ボール2は上方に大きく跳躍するが、ヘッド下面5に配設された吸着孔25全部にボール2を吸着するのに、長い時間を必要とする。

【0027】本実施の形態では、ボール2が占める面積は、ボール供給部1の底面の50%前後が最適である。本発明において、ボール2の占める面積は、容器となるボール供給部1の底面面積の5～80%が適している。より好ましくは20～70%である。

【0028】跳躍しているボール2を吸着する場合、ヘッド下面5をボール2が跳躍する範囲に移動させ、ヘッド下面5に配設された吸着孔25の近傍に近づいたボール2を吸着する。この場合、ボール2をヘッド4に吸着する時、ヘッド下面5でボール2を押圧することはないので、ヘッド4の重量をカウンタバランスする必要はない。ヘッド4は、振動を防止するためにクランプされた移動時の状態で、ボール2を吸着することができる。

【0029】なお、積層されたボール2の下から空気を送る機構でも、バイブレータ3と同様にボール2を揺動できる。この機構を採用した場合、ボール2が跳躍する高さは極めて小さいので、ヘッド下面5を揺動しているボール群の中に入れないと、ボール2の吸着に時間が長くなるかとともに、ボール2を吸着しない吸着孔25が発生する。

【0030】クランプされた状態でヘッド下面5をボール群の中に入れると、ボール2が強く押圧されて、ヘッド下面5に設けられた吸着孔25に食い込むことが起こる。そのため、ワークピース12にボール2を搭載する時に、ワークピース12に搭載されずヘッド4に残るボール2（残留ボール）が発生する。したがって、ヘッド下面5をボール群の中に入れる場合、ヘッド4の重量をカウンタバランスする必要がある。このように、ボール2をヘッド4に吸着する時にヘッド4の重量をカウンタバランスする必要があるかどうかは、ボール2の跳躍の状態により決まる。

【0031】ワークピース12は、ローダ（図示省略）によりマガジンからワークピース用XYZ θ テーブル13上に送られる。ワークピース用XYZ θ テーブル13は、平面内のX方向の動作を行うXテーブル、平面内のY方向の動作を行うYテーブル、高さ方向の動作を行うZテーブルおよび回転動作する θ テーブルからなり、最上段が θ テーブルである。 θ テーブル上にはワークピース12を載置する載置台23が配設される。本発明において、ワークピース12の位置決め手段は、ワークピース用XYZ θ テーブル13と載置台23からなる。

【0032】図3は、載置台23の図で、（A）は平面図で、（B）は断面図である。載置台23には、吸着パッド24を挿入する孔23aが複数個とそれらの孔23aを連結し真空ポンプ10に接続する導管23bが敷設されている。

【0033】載置台23上に移動されたワークピース12は、真空引きされた吸着パッド24により吸着され、湾曲は矯正されて載置台23上にセットされる。ペローズ型の吸着パッド24は、平型吸着パッドと比較して軸方向に変形し易いので、ワークピース12が湾曲している場合、平型吸着パッドよりワークピース12の湾曲を矯正する性能が優れている。ペローズ型の吸着パッド24は、その先端が載置台23上に1mm出るように、載置台23に配設される。

【0034】吸着パッド24の先端が載置台23の上に出る長さは、ワークピース12の湾曲の度合いにより異なるが、0.2～5mmの範囲である。ワークピース12の面積が5cm×10cm以上で厚さが0.1cm以下になると、ボール搭載工程で湾曲によるボール搭載ミスが急激に増加する。ペローズ型の吸着パッド24は、大型の上記ワークピースに有効である。

【0035】ヘッド4に吸着されたボール2をワークピース12の所定箇所（たとえば、図8の電極29）に搭載するために、ヘッド4とワークピース12とを位置合わせする。ヘッド4とワークピース12との位置合わせは、それぞれの所定マークを画像認識し、それらのマークの位置データを演算し、ヘッド用XYZθテーブル7とワークピース用XYZθテーブル13を駆動して行う。なお、画像認識したマークを所定のマークであると判断するための参照データとして、事前に手入力されたマークの位置データ又はマークを事前にスキャナーで取り込んだ画像データを用いる。

【0036】ヘッド4を長い距離移動させる場合、ヘッド用XYZθテーブル7とは別に設置される駆動装置を使用する。すなわち、X方向はX方向駆動装置22、Z方向はZ方向駆動装置9を用いる。それらの各駆動装置22、9は、アブソリュートエンコーダ付きサーボモータとボールネジ又はエンコーダ付きリニアモータからなる。ヘッド4を移動するプログラムの位置データは、ティーチング方式で入力される。

【0037】はんだ付けに必要なフラックス供給方法には、印刷装置でワークピース12の所定箇所にフラックスを印刷する方法と、ピンの先に塗布されたフラックスをワークピース12の所定箇所に転写する方法と、ヘッド4に吸着されたボール2の下部をフラックスの中に侵漬させ、付着したフラックスと共にボールをワークピース12の所定箇所に搭載する方法がある。本発明においては、いずれのフラックス供給方法を用いてもよい。なお、この実施の形態では、フラックスを供給するフラックス供給機構26は、ボール供給部1の近傍に付設される。

【0038】図4は、本発明になるボール搭載装置のヘッド4の周辺部の第2実施例で、ヘッド4の重量とヘッド4がシリンダ15から受ける押圧力との合計をコイルバネであるバネ16の付勢力によってカウンタバランス

する機構と、ヘッド4をシリンダ15で押圧し下方位置決め18にクランプするクランプ手段の断面図である。なお、このヘッド4は、図1に示す第1実施例のヘッド4と略同一構造となっているが、シリンダ15の位置、ケース14の構造等において若干異なるものとなっている。

【0039】4はヘッド、5はヘッド下面、6はキャビティ、14はケースである。ケース14には、シリンダ15、バネ16、スライダ17、下方位置決め18と上方位置決め19が配設されている。ヘッド4は、シリンダ15の一端に固定されている。バネ16は、ヘッド4を吊り上げる付勢力を持っている。ヘッド4とバネ16はケース14の中に設けられている。

【0040】図4は、ヘッド4の重量とシリンダ15の圧力の合計がバネ16の付勢力とカウンタバランスしている状態を表している。このカウンタバランス機構は、バネ16の付勢力で釣り合いが保たれているので、釣り合いが崩れた場合、バネ16が伸縮することにより容易に釣り合いを復元する。

【0041】バネ16の付勢力は、シリンダ15の圧力をゼロとした時、ヘッド4を上方位置決め19まで持ち上げることができる強さが最も好ましい。また、バネ16の付勢力は、シリンダ15の圧力をゼロとした時、ヘッド4を下方位置決め18と上方位置決め19の中間に吊り上げる強さでもよい。さらに、バネ16の付勢力は、ヘッド4が下方位置決め18上に留まる強さでもよいが、この場合、ヘッド4を下方位置決め18に押圧している荷重を、バネ16の上方に戻ろうとする付勢力で1Kgf以下に軽減させるのが好ましい。ヘッド4が下方位置決め18を押圧している荷重が、バネ16の付勢力で軽減されても1Kgfを超えると、ボール2がヘッド下面5に設けられた吸着孔25に食い付く。そのため、ボール2がワークピース12に搭載されずに、残留ボールが発生する。

【0042】ヘッド4は、ワークピース12の機種が変更される毎に、その機種に対応できるように変更される。ヘッド4の変更とバネ16の変更を同時に行うと、機種変更のための時間が長くなる。機種変更の度にバネ16を替えなくてよいようにするために、バネ16の付勢力は、ヘッド4を上方位置決め19まで持ち上げることができる強さとし、シリンダ15の圧力調整だけでヘッド4の重量をカウンタバランスできるようにする。そうすることによって、バネ16はどのヘッド4にも対応できるようになり機種変更時間を短縮できる。更に、ヘッド4のワンタッチ交換が可能となる。

【0043】図5は、本発明になるボール搭載装置のヘッド4とその駆動部分の第3実施例で、ヘッド4のカウンタバランス機構と、ヘッド4のクランプ手段と、ヘッド4の移動手段を含む機構部の側面図である。

【0044】ヘッド4の重量をカウンタバランス機構

は、第1や第2の実施例に示したカウンタバランス機構を改良したものである。4はキャビティ6を有するヘッド、5は吸着孔25が設けられているヘッド下面、15はシリンダ、16はバネ、17はスライダ、18は下方位置決め、19は上方位置決め、20はモータ、21はボールネジである。

【0045】この構造は、装置の組み立てと取扱いを容易にするために工夫された構造で、ヘッド4とバネ16を覆うケース14（第2実施例参照）を無くしたものである。図5は、ヘッド4の重量とシリンダ15の圧力の合計がバネ16の付勢力とカウンタバランスしている状態を示している。バネ16は、第1や第2の実施例で説明した特性と同じである。ヘッド4の移動手段は、第1や第2の実施例と同様に、ヘッド用XYZθテーブル7と、ベース8と、X方向駆動装置22と、Z方向駆動装置23とからなる。

【0046】図6は、ヘッド4に吸着されたボール2にフラックス27を塗布し、そして供給するためのフラックス供給機構26の1例である。フラックス供給機構26は、フラックス27を蓄える薄い開口部を有する。開口部の面積は、ヘッド下面5より面積が大きく、且つ開口部の深さは、ボール2に塗布されるフラックス27の量に見合った深さからなる。フラックス27は、ブレード28を水平に動かすことによって、平坦な表面を有するフラックス27の層に成形される。

【0047】図7は、本発明の実施の形態であるボール搭載方法であって図1から図6に示すボール搭載装置を使用して実施する方法の第1実施例のフローチャートである。ボール搭載方法の第1実施例は、ボール2をヘッド4に吸着後、吸着されたボール2の下部にフラックス27を塗布し、フラックス27が塗布されたボール2をワークピース12に搭載するプロセスである。具体的に説明すると以下の通りである。

【0048】ステップ1では、シリンダ15でヘッド4を下方に加圧して、ヘッド4を下方位置決め18に押圧し、ヘッド4が、移動中及び移動停止時に振動しないようにクランプする。クランプする力は7kgfである。ステップ2では、ボールが数層積層されているボール供給部1の容器の近くまでヘッド4を移動する。ヘッド下面5は、ボール群の中には入れずに、ボール群の上面から1cm離しておく。ステップ3では、シリンダ15の圧力を弱めてヘッド4のクランプを解除し、ヘッド4の重量をバネ16とカウンタバランスさせる。更にヘッド4のキャビティ6を真空ポンプ10で減圧して、ボールをヘッド4に吸着できる状態にする。

【0049】ステップ4は、ボール2の吸着工程であり、パイプレータ3により浮上しているボール群の中にヘッド下面5をゆっくり下降させボール2をヘッド4に吸着させる。3秒間ボール2を吸着した後、ヘッド4を1cm上昇させる。ボール2を浮上させるためにパイプ

レータ3を常時振動させてもよいが、ボール2の変形及び凝集を防止するため、ボール2の吸着開始時より5秒前から振動を始める方がより好ましい。

【0050】ステップ5では、シリンダ15でヘッド4を下方に加圧して、ヘッド4を下方位置決め18に押しつけ、ヘッド4が移動中に振動しないように7kgfの力でクランプする。ステップ6では、ヘッド4を毎秒10cmの速度で上昇させ、毎秒30cmの速度でフラックス供給機構26の上へ水平移動させてから、所定の厚みに成形されたフラックス27の層の近くまで毎秒10cmの速度で移動する。

【0051】ステップ7では、フラックス供給機構26の容器内に充填されたフラックス27の層の厚みがボール2が浸漬される深さより厚い場合、ヘッド4に吸着されているボール2の先端部をフラックス27中に浸漬してボール2の下部にフラックス27を塗布する。フラックス27がヘッド下面5に付着すると、ボール2をヘッド4に吸着する工程（ステップ4）で、余分なボール2がヘッド下面5に付着する原因となる。ヘッド下面5がフラックス27と接触しないように、Z方向の位置制御を行う。

【0052】一方、フラックス27の層の厚みが薄く、ボール2が浸漬される深さと同一である場合、ヘッド4の重量を実質的にゼロにカウンタバランスさせ、フラックス27の層の下面までヘッド4を移動する。この場合、ヘッド4の重量が実質的にゼロにカウンタバランスしているので、ボール2がヘッド下面5に配設された吸着孔25に食い込むことはなく、したがって、ワークピース12へのボール搭載時に残留ボールとなることはない。

【0053】ステップ8では、ヘッド4をクランプした状態で上昇させ、次にワークピース12上に移動し、続いてヘッド4を下降させワークピース12の上0.5cmまで移動させる。移動速度はステップ6と同じである。ステップ9では、ボール搭載時、ボール2に加えられる過負荷を防止するために、ステップ3と同じようにして、ヘッド4のクランプを解除する。ステップ10では、ボール2の下部に塗布されたフラックス27がワークピース12と接触するまでヘッド4をゆっくり下降させる。

【0054】次にヘッド4のキャビティ6の内圧を大気圧に戻し、ボール2の自重とフラックス27の粘着力を利用してボール2をワークピース12に搭載する。続いてヘッド4をゆっくり1cm上昇させて、搭載工程を終了する。ステップ11では、ヘッド4を再びクランプしてステップ2に戻る。ステップ12では、ワークピース12をステップ11の次工程である検査、リフロー、又はキュア工程に送る。

【0055】ボール供給部1に充填されているボール2が1層でまばらに散在している場合、ボール2は、パイ

プレート3により大きく浮上する。そのため、ボール2を吸着する時に、ヘッド4がボール2を押圧する可能性がないので、ヘッド4のクランプを解除しなくてもよい。この場合、ステップ3とステップ5は不必要である。ボール2を気体により浮上させる場合は、ボール2の浮上距離が小さいので、ヘッド4の重量をカウンタバランスさせてから、ヘッド下面5をボール群の中に移動させて、ボール2をヘッド4に吸着する。

【0056】ボール2の径が300ミクロン以下になると、ボール2は、ヘッド4に配設された吸着孔25が吸引する空気の流れにより、ヘッド4の下に集まり凝集する。ボール2が凝集するとボール2の吸着は殆どできなくなる。この場合、吸着途中であってもヘッド4を上方に上昇させ、ボール2の吸着を中止し、ボール2の凝集を振動により解いた後、ヘッド4を降下させて再度ボール2の吸着を行う。ボール2の径がより小さく且つ搭載するボール2の個数が多い場合、上記操作を複数回行う。

【0057】また、ボール2の吸着途中で、ボール2が落下しない吸引力の範囲に吸引を弱めてボール2の吸着を一時中止し、凝集したボール2が分散した後、再度ボール2の吸着を行う方法でも、同様な結果が得られる。

【0058】フラックス27をボール2の下部に塗布するステップ7において、フラックス27の中にボール2の直径の $1/10 \sim 3/5$ を浸漬する。より好ましくは、ボール2の直径の $1/5 \sim 1/2$ を浸漬するとよい。ボール2をフラックス27に浸漬する深さによりボール2に付着するフラックス27の量が変化する。ボール径が100ミクロンになると、ボール2をフラックス27中に浸漬する深さの差が5ミクロンであっても、ボール2に付着するフラックス27の量は20%前後も変動する。

【0059】Z方向の位置基準はレベルゲージで決めるが、温度変化により移動中にシフトしてしまう。Z方向の位置は頻繁に補正をしなければ、誤差が大きくなる。頻繁に補正しないと、湾曲したワークピース12にボール径が200ミクロン以下のボール2を搭載する場合、搭載ミスが増大する。

【0060】図8は、ボール2をフラックス27が入った層に浸漬し、フラックス27を塗布した後、ボール2をワークピース12に設けられた電極29に搭載する工程を模式的に表したものである。(A)は、ボール2に塗布する量に見合った厚みに成形されたフラックス27が入った開口部上にヘッド4を移動させた状態である。

(B)は、自重をカウンタバランスされたヘッド4に吸着されたボール2をフラックス27の層の下面まで降下させた状態である。

【0061】図8(C)は、ボール2にフラックス27を塗布した後、ヘッド4を上昇させた状態である。

(D)は、ヘッド4をワークピース12の上に移動させ

た状態である。(E)は、自重をカウンタバランスされたヘッド4を降下させて、フラックス27が電極29と接した後、ヘッド4を更に少し降下させた状態である。

(F)は、フラックス27が塗布されたボール2をワークピース12に設けられた電極29に搭載した状態である。

【0062】ボール2に付着するフラックス量を高精度に制御する場合は次の方法がよい。まず、塗布すべき量に見合った厚みに、フラックス27の層をブレード28を用いて成形すると共に、ヘッド4の重量を実質的にゼロにカウンタバランスさせた状態にする。次に、ヘッド4に吸着されたボール2の先端が、所定の厚みに成形されたフラックス27の層の下面(開口部の底面)に達するまで、ヘッド4を緩やかに降下させた後、ヘッド4を緩やかに上昇させる。

【0063】ヘッド4の重量は実質的にゼロにカウンタバランスされているので、ボール2の先端がフラックス27の層の下面に達し開口部の底面と接触した後、更に降下させようとした場合でも、ヘッド4の重量はゼロの物体として働くのでボール2には実質的に力を及ぼさない。すなわち、ボール2がヘッド下面5の吸着孔25に食い込むことはない。

【0064】この方法では、ヘッド4に吸着されているボール2に塗布されるフラックス27の量は、フラックス27の層の中にボール2を押し込む量によらず、設定されたフラックス27の層の厚みによる。したがって、この方法は、ボール2の直径が小さい程有効であり、具体的には、ボール2の直径が500ミクロン以下の場合有効であり、300ミクロン以下では極めて有効な方法である。フラックス供給機構26に形成されるフラックス27の層の厚みは、ボール径の $1/10 \sim 3/5$ がよい。より好ましくは、ボール径の $1/5 \sim 1/2$ である。

【0065】本発明になるボール搭載方法の第2実施例は、フラックス27が印刷装置により所定箇所に印刷されたワークピース12に、ヘッド4に吸着されたボール2を搭載するプロセスである。この第2実施例のフローチャートを図9に示す。

【0066】ステップ21では、ヘッド4を下方位置決め18にクランプする。ステップ22では、ヘッド4をボール供給部1の上に移動する。ボール2の占有面積が50%になる量のボール2がボール供給部1に供給されている。第1実施例のステップ3は省略され、ステップ23では、バイプレート3によって飛ばされて浮遊しているボール2が、ヘッド下面5に当たる程度にヘッド4を降下させ、ヘッド4にボール2を真空吸着させる(第1実施例のステップ4に相当)。ステップ24では、フラックス27が所定位置に印刷されたワークピース12の上1cmにヘッド4を移動する。ステップ25では、ヘッド4のクランプを解除する。

【0067】ステップ26では、ヘッド4に吸着されたボール2が、ワークピース12に塗布されたフラックス27の中へ入るように、ヘッド4を緩やかに降下させた後、キャビティ6の内圧を大気圧に戻し、ヘッド4を緩やかに上昇させ、ボール2の自重とフラックス27の粘着力でボール2をワークピース12に搭載する。ヘッド4の上昇距離は1cmである。これにより、ヘッド4に吸着されたボール2は、フラックス27の粘着力によりワークピース12上に移動する。

【0068】ヘッド4を上昇中又は上昇後、ヘッド下面5にボール2が残留しないように、クランプされたヘッド4に振動を加える。振動は、ハンマーで叩いて発生させる。ハンマーで叩く回数は1回でよいが、ボール2が残留し易い場合は回数を5回まで増やす。クランプされていないヘッド4をハンマーで叩く場合は、クランプされている場合より弱く叩く。ハンマーでヘッド4を叩き残留ボールを落下させるこの方法は、本発明になるボール搭載方法の第1実施例にも有効である。

【0069】図10は、加振用単動エアシリンダ30を取り付けたヘッド4の正面図(A)と加振用単動エアシリンダ30でヘッド4を叩く位置32を示す図(B)を関連付けて記載したものである。単動エアシリンダ30は、内部にバネが配設されている。エア31で押し出された単動エアシリンダ30は、エア31の圧力をゼロにするとバネの付勢力で元に戻される。

【0070】4はヘッド、30は単動エアシリンダ、31はシリンダを駆動するエア、32は、ヘッド4の上面を単動エアシリンダ30で叩く位置を示す。加振用の単動エアシリンダ30は、ヘッド4の中心部より端部を叩く方が好ましい。

【0071】本発明において、ハンマーは、単動エアシリンダ30や電磁ハンマー等を指す。電磁ハンマーは、コイル、バネ、ハンマー、磁気回路及び電気回路からなる慣用されている電磁ハンマーである。残留ボールの防止のためにヘッド4に与える振動方法は、ハンマーの他に超音波振動子で振動を与える方法がある。しかし、超音波振動子による方法は、一回の振動のエネルギーが小さいのでハンマーによる方法より劣る。

【0072】ステップ27では、ヘッド4を下方位置決め18にクランプする。ステップ27の後、ヘッド4はステップ22に戻る。ステップ28では、ボール2が搭載されたワークピース12を次工程へ送る。

【0073】上記2つの実施例において、ボール2がヘッド4に吸着されていないと、移動中にボール2が落下する心配がない。したがって、ボール2がヘッド4に吸着されていない場合のヘッド4の移動速度は、ヘッド4にボール2を吸着している場合より速くできる。

【0074】ヘッド4を秒速5〜200cmで移動してヘッド4が振動しないようにするためには、シリンダ15によりヘッド4を下方位置決め18に2Kgf以上の

力で押圧する必要がある。ヘッド4を秒速5cmで移動した場合、4Kgfの力で下方位置決め18にヘッド4を押圧すると振動を防止できる。より緩やかに停止させる場合、2Kgfの力で下方位置決め18にヘッド4を押圧しても振動を防止できる。

【0075】振動防止の点から見ると押圧力の上限は存在しないが、シリンダ15の能力、機器の剛性等から判断し200Kgfが限度で、より好ましくは30Kgfが上限である。実施例ではヘッド4を下方位置決め18に押圧する機構を例示したが、ヘッド4が振動しないように固定することが本発明の目的であり、押し付け箇所と方法は、限定されるものではない。ヘッド4を下方位置決め18に押圧する以外に、ヘッド4の取り付け部材を下方位置決め18に押圧しても良い。さらに、ヘッド4を横方向から慣用方法で機械的あるいは電磁的にクランプしてもいい。

【0076】ヘッド4が衝撃的に停止すれば、クランプ力が大きくても停止時に振動が発生するので、急激な停止は好ましくない。すなわち、ヘッド4を減速させながら停止することが好ましい。加速と減速は、ヘッド4に振動が発生しない範囲にプログラムされる。

【0077】本発明の各実施の形態において、ヘッド4の重量をカウンタバランスするバネ16は、ヘッド4の重量が機種により大きく変動するので、バネ力を大きめにし、シリンダ15の圧力が0気圧の時、ヘッド4をバネ16の力により上方位置決め19に付勢できるバネ定数と長さにし、バネ16を共通に使用できるようにするといふ。

【0078】本発明の各実施の形態において、ボール2は、導電性で、むくの金属からなる導電性ボールや絶縁性ボールに導電性物質を表面にコートした導電性ボールがよい。むくの金属からなる導電性ボールとしては、はんだボール、金ボール、銀ボール、銅ボール及びニッケルボール等である。絶縁ボールにコートした導電性ボールとしては、プラスチック、ガラス、石英又はアルミナのボールにはんだ、金、銀、銅、パラジウム、錫、又はニッケルをコートしたものである。はんだの組成は、鉛-錫共晶、高温はんだ、低温はんだ及び鉛無しはんだ等である。上記の金属は、純金属でも合金でもよい。

【0079】本発明の各実施の形態において、フラックス27は、ボール2がはんだの場合、ロジンベースとし、アミンを活性剤として添加したものでよい。ボール2が金、銀、銅、又はニッケル等の場合、それらが溶融してはんだとならないので、フラックス27は、はんだクリーム、又は銀ペースト、金ペースト等の導電性接着剤とするのが好ましい。本発明において、導電性接着剤は、銀ペースト、金ペースト、ニッケルペースト等の他にクリームはんだを含む。

【0080】本発明の各実施の形態において、シリンダ15としては、エアシリンダや油圧シリンダを採用する

ことができるがエアシリンダがより好ましい。

【0081】本発明の各実施の形態において、下方位置決め18にシリンダ15の圧力でクランプされているヘッド4は、シリンダ15の圧力を弱め、バネ16の付勢力が勝るようになると、下方位置決め18から離れ上方に移動する。ヘッド4が下方位置決め18から上昇し始める直前に、ヘッド4の重量はカウンタバランスされて、見かけ上ゼロとなる。さらに、シリンダ15の圧力を弱めると、ヘッド4は、その重量が見かけ上ゼロである状態を保ちながら、上方に移動する。バネ16の上方への付勢力は、ヘッド4が上昇するに従って減少する。

【0082】ヘッド4の停止位置は、ヘッド4の重量とシリンダ15の圧力の合計が、バネ16の付勢力と釣り合う所である。バネ16の付勢力は、バネ16の長さの関数であるので、シリンダ15の圧力が少々小さくなると、バネ16が少々短くなり釣り合う。逆に、シリンダ15の圧力が少々大きくなると、バネ16が少々長くなり釣り合う。このようなことから、ヘッド4の自重がカウンタバランスされた時のヘッド4の位置(Z方向)は、ヘッド4の重量、バネ16の付勢力とシリンダ15の圧力の関数である。これら3者の関係が変わった場合と外乱が加わった場合、ヘッド4の位置(Z方向)は、従来例と比較すると小さいが変動する。

【0083】本発明の各実施の形態において、ヘッド4の重量のカウンタバランスは、上述の如くゼロでなくともよい。すなわち、カウンタバランスの偏りが1kgf以内であれば、実用上問題を生じない場合が多い。より好ましくは100gf以内である。この場合、ヘッド4の重量が実質的にゼロ(吸着孔25へのボールの食い付きが生じない範囲)にカウンタバランスされた状態で、ヘッド4は下方位置決め18の位置に保持され、ヘッド4の高精度な位置制御ができる。

【0084】カウンタバランスの偏りが100gfの場合、吸着孔25が5,000個あるヘッド4では、1個のボール2に作用する力は、平均して0.02gfで、ボール2が吸着孔25に食い込むことはない。この荷重は、ボール2が吸着孔25に真空吸着される時に受ける衝撃的応力より小さい。

【0085】なお、ヘッド4を上方へ押し上げる付勢力発生手段としては、コイルバネであるバネ16の代わりに板バネ等他のバネとしたり、バネの代わりにゴム、合成樹脂等の他の弾性部材としても良い。また、バネ16によってヘッド4を引っ張り上げるのではなく、ヘッド4の下方にバネ16を配置し、バネ16によってヘッド4を押し上げるように構成しても良い。

【0086】本発明は、IC等の回路部品を基板に固定する場合に適用して好ましいが、ボールとして樹脂ボールを使用し、その樹脂ボールを所定位置に載置させる装置や、玉軸受用のボールを軸受に組み込む際の装置の一部としても利用することができる。また、ボール2は球

状としているが、楕円状のボールとしたり、円柱状のボール等他の形のボールとしても良い。

【0087】

【発明の効果】本発明は、以上説明したように構成されているので、以下に記載されるような効果を奏する。

【0088】ヘッドを上方に付勢するバネと、たとえばシリンダと下方位置決めからなるクランプ手段を併せ設けることにより、ヘッドに吸着されたボールの食い付きと、ヘッドの振動を防止することができる。それにより、ヘッドの自重をカウンタバランスするカウンタバランス機構を有するボール搭載装置の工業的実用化に大きく貢献できる。

【0089】また、ヘッドを下方位置決めより上方向に持ち上げる付勢力を有するバネを用いることにより、ヘッドの重量のカウンタバランスを、クランプ手段の調整、たとえばシリンダの圧力調整で容易に行うことができる。

【0090】また、シリンダと下方位置決めからなるクランプ手段により、重量がカウンタバランスされたヘッドを高精度に位置(Z方向)決めすることができる。

【0091】また、ベローズ型の吸着パッドでワークピースを載置台に固定することにより、湾曲したワークピースがより平坦に矯正され、湾曲したワークピースの使用を可能にできる。

【0092】さらに、ヘッドを移動する時はヘッドをクランプし、ボールをワークピースに搭載する時は、クランプ力を弱める方法により、ボールが食い付かず且つヘッドが振動しないボール搭載方法を実用化できる。

【0093】また、移動中のヘッドを2~30kgfの荷重でクランプすることにより、ヘッドを5~200cmの速度で移動しても、ヘッドの振動を防止できる。

【0094】また、ボールの量をまばらに散在させた状態で振動させることによりボールを大きく浮上させることができ、ヘッドへの吸着効率が良いものとなる。

【0095】また、ヘッドへのボールの吸着を間欠的に行うことにより、ボールが凝集する欠点を克服できると共に効率的にボールをヘッドに吸着させることができる。

【0096】また、重量をカウンタバランスしたヘッドに吸着されたボールを所定の厚みに成形したフラックスの下面に浸漬することにより、ボールを吸着孔に食い付かせることなく、ボールに所定量のフラックスを正確に塗布することができる。

【0097】また、導電性ボールに導電性接着剤を塗布する工程を有しているため、所定量の導電性接着剤を正確に塗布した導電性ボールをワークピースに搭載することが可能となる。

【0098】また、ヘッドの重量のカウンタバランスに1kgf以下の偏りがあっても実用上問題がないことを見だし、そのクランプ力を採用することでヘッドの重

量をカウンタバランスするカウンタバランス型ボール搭載方法の広範囲な実用化に大きく寄与できるものとなる。

【0099】また、ボールをワークピースに搭載し、ヘッドをクランプした後、ハンマーでヘッドを叩くことにより、ヘッドを大きく振動させることなく、ヘッドに残留しているボールを落下させることができる。

【0100】さらに、付勢力を発生するバネと、ヘッドをクランプするためのシリンダを設け、バネの付勢力とシリンダの圧力とをうまく調整することで、ヘッドの重量を実質的にゼロとしているのでボールの吸着時に食い付きが生じたりせず、また、ボールをワークピースに搭載する際、ボールには過負荷が加わらないこととなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態のボール搭載装置の正面図である。

【図2】図1のボール搭載装置中のボール供給部内に充填されたボールの代表的な充填状態を示す図で、(A)はボールが数層に積層されている状態を示す図で、(B)はボールが一層で、まばらに散在している状態を示す図である。

【図3】図1のボール搭載装置中の載置等を示す図で、(A)はベローズ型の吸着パッドを有する載置台の平面図で、(B)はその断面図である。

【図4】図1のボール搭載装置に使用されるヘッドおよびその周辺の構造の第2実施例で、ヘッドのカウンタバランス機構と、ヘッドのクランプ手段を示す断面図である。

【図5】図1のボール搭載装置に使用されるヘッドおよびその周辺の構造の第3実施例で、ヘッドのカウンタバランス機構と、ヘッドのクランプ手段と、ヘッドの移動手段を含む機構部の側面図である。

【図6】図1のボール搭載装置に使用されるフラックス供給機構の断面図である。

【図7】図1から図6に示されるボール搭載装置で実行されるボール搭載方法に関する第1実施例のフローチャートである。

【図8】本発明の実施の形態で実行される工程を説明するための図で、ボールにフラックスを塗布し、そのフラックスを塗布したボールをワークピースに搭載する工程を模式的に説明する図である。

【図9】図1から図6に示されるボール搭載装置で実行されるボール搭載方法に関する第2実施例のフローチャートである。

【図10】本発明の実施の形態で示されるボール搭載装置のヘッドに加振用単動エアシリンダを取り付けたときのヘッド部分の図で、(A)はその正面図で、(B)は加振用単動エアシリンダでヘッドを叩く位置を示すヘッドの平面図である。

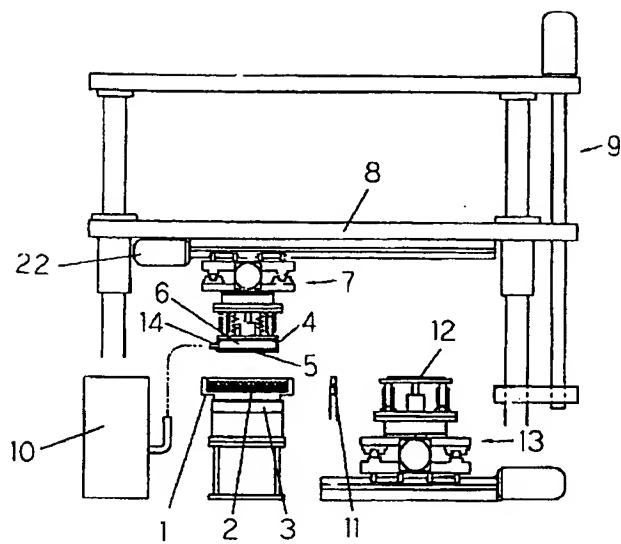
【符号の説明】

- 1 ボール供給部
- 2 ボール
- 3 バイブレータ
- 4 ヘッド
- 5 ヘッド下面
- 6 キャビティ
- 7 ヘッド用XYZθテーブル
- 8 ベース
- 9 Z方向駆動装置
- 10 真空ポンプ
- 11 光源
- 12 ワークピース
- 13 ワークピース用XYZθテーブル
- 14 ケース
- 15 シリンダ
- 16 バネ（付勢力発生手段）
- 17 スライダ
- 18 下方位置決め
- 19 上方位置決め
- 20 モータ
- 21 ボールネジ
- 22 X方向駆動装置
- 23 載置台
- 24 吸着パッド
- 25 吸着孔
- 26 フラックス供給機構
- 27 フラックス
- 28 ブレード
- 29 電極
- 30 加振用単動エアシリンダ
- 31 エア
- 32 加振用単動エアシリンダでヘッドを叩く位置

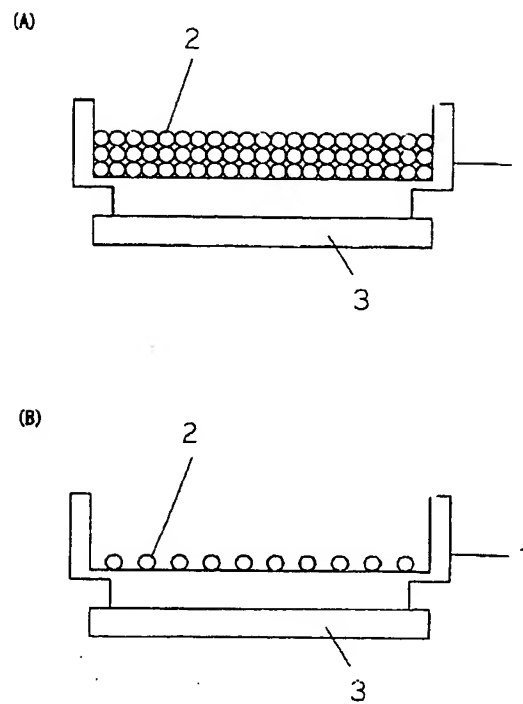
【図6】



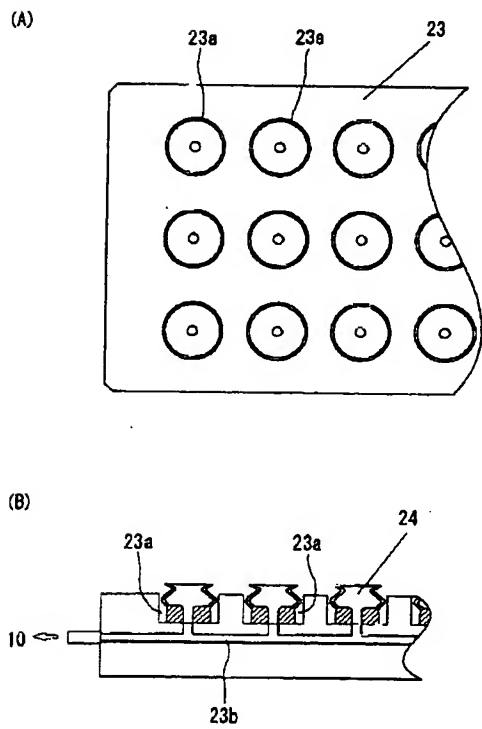
【図1】



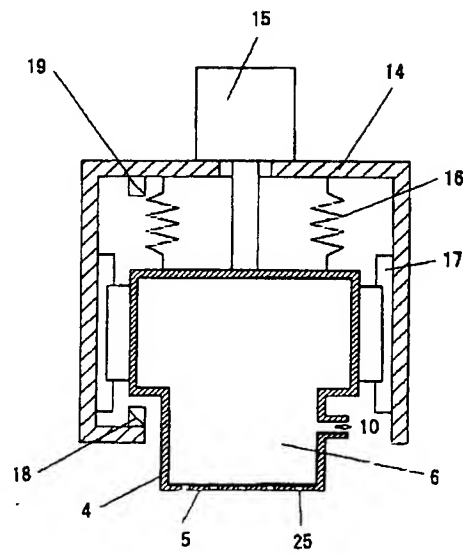
【図2】



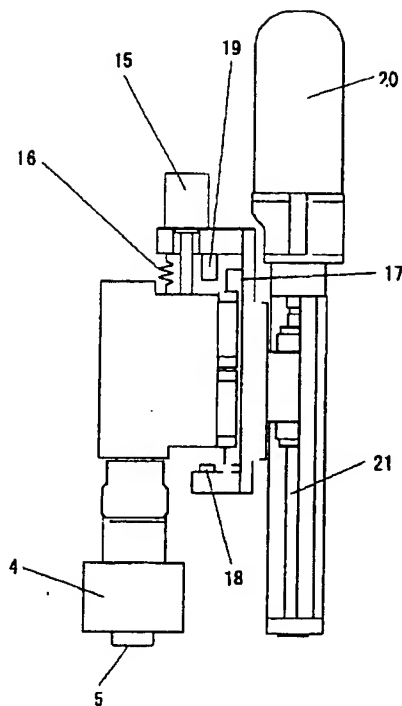
【図3】



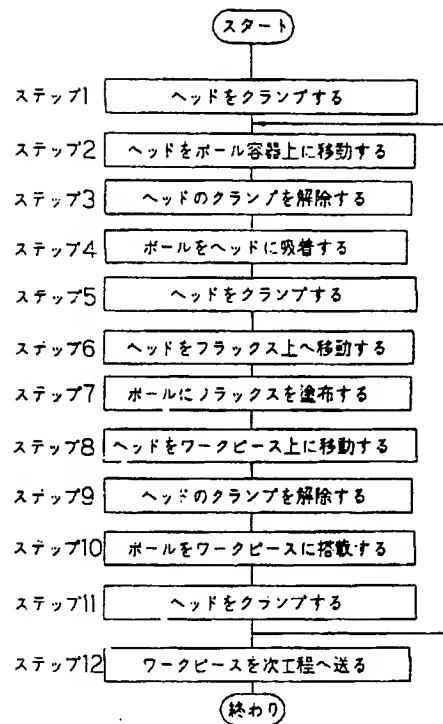
【図4】



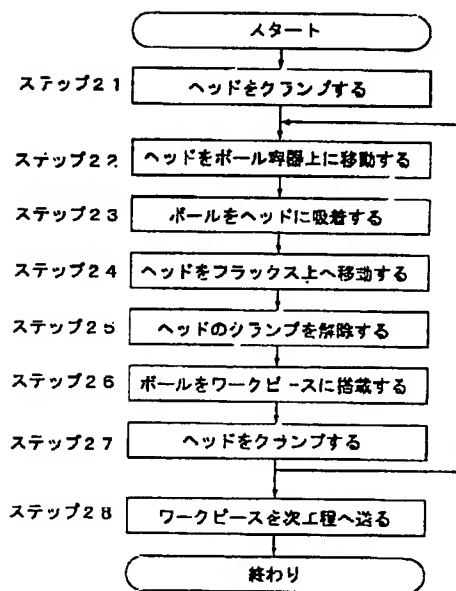
【図5】



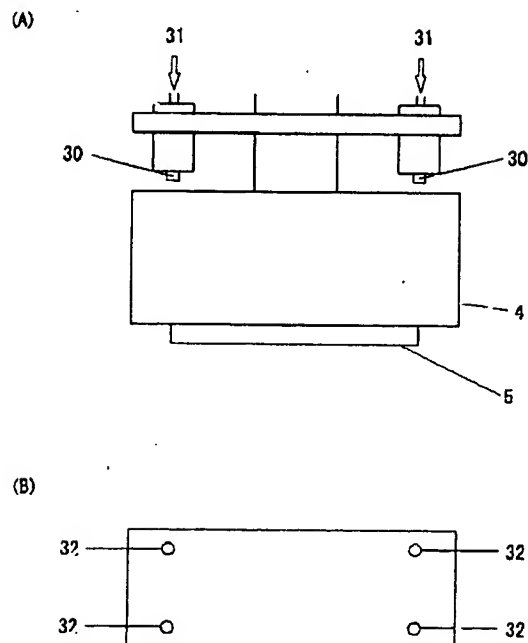
【図7】



【図9】



【図10】



【図8】

